



**Inês Maria Gonçalves
Pereira Lopes**

**Monitorização das condições ambientais no local de
trabalho: ar e ruído**



**Inês Maria Gonçalves
Pereira Lopes**

**Monitorização das condições ambientais no local de
trabalho: ar e ruído**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizado sob a orientação científica da Doutora Teresa Nunes, Professora Associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

À minha mãe,
Que me ensinou a nunca desistir.

o júri

presidente

Professora Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais

Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

orientadora

Professora Doutora Teresa Filomena Vieira Nunes

Professora Associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

arguente

Engenheiro Augusto Miguel Lopes

Professor Adjunto do Instituto Politécnico do Porto

Agradecimentos

Começo por agradecer ao Engenheiro Maximino Rodrigues e a toda a equipa da Envienergy, por me terem acolhido tão bem na empresa, por me terem ajudado em tudo o que puderam ao longo do estágio e por me fazerem sentir tão integrada na equipa.

De seguida, à Professora Teresa Nunes, pelo acompanhamento e apoio ao longo do estágio e da escrita do relatório.

À minha família, por ter as palavras certas nas horas certas e por me mostrarem que por muitas adversidades que surjam na vida, eles vão estar sempre aqui para me ajudar a atingir os meus objetivos.

E por fim, ao Miguel Pascoal, pelo incansável apoio e por me fazer acreditar sempre nas minhas capacidades.

palavras-chave

Monitorização, segurança e saúde no trabalho, ar ambiente laboral, ruído ocupacional

resumo

O presente relatório enquadra-se no âmbito do estágio curricular inserido no curso de Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da Universidade de Aveiro. O estágio teve início a 9 de novembro de 2016 e término a 9 de junho de 2017, e realizou-se na empresa Envienergy – Ambiente e Energia, Lda., situada no concelho de Aveiro.

Os principais objetivos a atingir com o estágio foram essencialmente conhecer os métodos e as normas aplicadas à monitorização da qualidade do ar e ruído em locais de trabalho, incluindo a planificação e execução de planos de monitorização para efeitos de segurança e saúde no trabalho. Paralelamente adquirir competências ao nível do controle/garantia de qualidade do serviço prestado, assim como o tratamento, análise, interpretação e apresentação de dados e resultados, e a realização de propostas e relatórios de monitorização para o cliente.

Ao longo do estágio estive integrada no grupo da empresa, participando ativamente na realização de análises ao ar ambiente laboral em diversos locais, assim como medições de ruído ocupacional. Durante o estágio, foi também possível participar em outras atividades da empresa, nomeadamente com o grupo das emissões gasosas e do ruído ambiente, adquirindo competências para além das estritamente relacionadas com o tema de estágio. O estágio permitiu ainda alargar o conhecimento sobre o mercado de trabalho na área do ambiente, da segurança e saúde no trabalho, principalmente os dirigidos à poluição atmosférica, emissões gasosas e ruído.

keywords

Monitoring, occupational health and safety, air quality work environment, occupational noise

abstract

This report is part of the curricular internship included in the Integrated Master in Environmental Engineering course at the University of Aveiro. The internship began on November 9th of 2016 and ended on June 9th of 2017, and was performed at Envienergy - Ambiente e Energia, Lda., located in the municipality of Aveiro.

The main objectives to achieve with the internship were fundamentally to understand the methods and standards applied to the monitoring of air quality and noise in workplaces, including the planning and implementation of monitoring plans for occupational safety and health. Simultaneously acquire skills in the control/assurance of the quality in the provided services, as well as the treatment, analysis, interpretation and presentation of data and results, and to the make proposals and monitoring reports for the customer.

I integrated the company group, actively participating in conducting air quality work environment analyzes in various locations, as well as occupational noise measurements. During the internship, it was also possible to participate in other company activities, namely, gaseous emissions and environmental noise, acquiring skills beyond those strictly related to the topic of the internship.

The internship has also made possible to broaden the knowledge on the job market in the area of environment, safety and health at work, especially those aimed to air pollution, gaseous emissions and noise.

Índice

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1. Enquadramento e Objetivos	1
2. Envienergy – Ambiente e Energia, Lda.	1
3. Monitorização Ocupacional	4
4. Estrutura do relatório de estágio	5
CAPÍTULO II – SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO	7
1. A Segurança e a Saúde	7
2. Estratégia Nacional de SST	7
3. Enquadramento Legislativo da SST	8
4. Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais	9
5. Hierarquia das Medidas de Controlo	12
6. Equipamentos de Proteção Individual	14
CAPÍTULO III – AMBIENTE LABORAL	21
1. Ar Ambiente Laboral	21
1.1. Fontes e VLE de poluentes em ambiente laboral	22
2. Ruído Ocupacional	28
CAPÍTULO IV – ESTRATÉGIAS DE MEDIÇÃO	31
1. Ar Ambiente Laboral	31
2. Ruído Ocupacional	34
CAPÍTULO V – PROCEDIMENTOS	37
1. Ar Ambiente Laboral	37
2. Ruído Ocupacional	42
CAPÍTULO VI - TRABALHO REALIZADO	45
1. Ar Ambiente Laboral	45
2. Ruído Ocupacional	47
3. Outras	48
CAPÍTULO VII – CONCLUSÕES	49
CAPÍTULO VIII – BIBLIOGRAFIA	51

Índice de figuras

Figura 1. Número de acidentes mortais e totais (PORDATA) _____	10
Figura 2. Evolução do número de doenças profissionais _____	11
Figura 3. Hierarquia das medidas de controlo _____	13
Figura 4. Número de acidentes de trabalho por setor de atividade (INE) _____	15
Figura 5. Número de doenças profissionais certificadas por setor de atividade _____	16
Figura 6. Material utilizado nas amostragens de AAL _____	37
Figura 7. Filtros utilizados nas diferentes amostragens _____	38
Figura 8. Calibração da bomba de aspiração _____	38
Figura 9. “Graywolf” _____	39
Figura 10. Posição do equipamento de amostragem no trabalhador _____	41
Figura 11. Amostragem sem o trabalhador _____	41
Figura 12. Material utilizado na avaliação de ruído ocupacional _____	42
Figura 13. Calibração do sonómetro _____	43
Figura 14. Sonómetro _____	43
Figura 15. Posição do sonómetro sem o trabalhador _____	44
Figura 16. Posição do sonómetro com o trabalhador _____	44

Índice de tabelas

Tabela 1. Serviços prestados pela Envienergy _____	2
Tabela 2. Ensaios acreditados _____	3
Tabela 3. N.º de acidentes por parte do corpo (INE) _____	17
Tabela 4. Equipamentos de proteção individual _____	18
Tabela 5. Aparelhos de proteção respiratória _____	19
Tabela 6. VLE e documentos de referência _____	22
Tabela 7. Valores de referência dos COVT _____	26
Tabela 8. Exposição pessoal diária e nível da pressão sonora de pico _____	29
Tabela 9. Tempo de duração das amostragens e número de amostras _____	32
Tabela 10. Determinação da exposição ao ruído no trabalho _____	34
Tabela 11. Normas de referência, caudais e volumes _____	40
Tabela 12. Caudais e tempos de amostragem _____	40

Abreviaturas

AAL	Ar Ambiente Laboral
ACT	Autoridade para as Condições do Trabalho
CI	Critério de Incomodidade
CD	Curta Duração
CM	Concentração Máxima
COVs	Compostos Orgânicos Voláteis
COVT	Compostos Orgânicos Voláteis Totais
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
INE	Instituto Nacional de Estatística
ISS	Instituto de Segurança Social
MP	Média Ponderada
NP	Norma Portuguesa
ppm	partes por milhão
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
VLE	Valor Limite de Exposição

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1. Enquadramento e Objetivos

No âmbito da unidade curricular “Estágio/Projeto/Dissertação” do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente, realizou-se um estágio curricular na empresa Envienergy – Ambiente e Energia, Lda., orientado pela Professora Teresa Nunes e coorientado pelo Engenheiro Maximino Rodrigues. O estágio decorreu maioritariamente nas instalações da empresa, mas no entanto, por vezes, houve a oportunidade de acompanhar a equipa em trabalhos externos.

Os principais objetivos do estágio foram essencialmente conhecer e aplicar os métodos e as normas dirigidas à monitorização da qualidade do ar e ruído em locais de trabalho; planificar e executar planos de monitorização para efeitos de segurança e saúde no trabalho, tendo em conta a legislação existente aplicável; adquirir competências ao nível do controle/garantia de qualidade do serviço prestado; fazer o tratamento, análise, interpretação e apresentação de dados e resultados; e realizar propostas e relatórios de monitorização para o cliente.

Inicialmente, o trabalho realizado teve uma componente mais teórica, tendo sido feito um enquadramento da legislação aplicável no que diz respeito à Segurança e Saúde no Trabalho (SST), ao Ar Ambiente Laboral (AAL) e ao ruído. De seguida, analisaram-se as instruções de trabalho da empresa, tanto para as amostragens dos diferentes compostos relativos ao AAL, como também para as avaliações de ruído ambiental e ocupacional. Na componente prática do estágio, realizou-se a análise (pré-amostragem, amostragem e pós-amostragem) de algumas das substâncias analisadas no AAL, assim como avaliações de ruído ambiental e ocupacional. Após a realização das amostragens e das respetivas avaliações, foi possível contribuir na análise dos resultados obtidos e ainda, na elaboração dos relatórios finais a enviar aos clientes.

2. Envienergy – Ambiente e Energia, Lda.

A Envienergy – Ambiente e Energia, Lda., adiante designada por Envienergy, é uma empresa localizada no concelho e distrito de Aveiro, e que tem diferentes vertentes de trabalho, das quais se destacam: eficiência energética, laboratório de emissões e ensaios, emissões gasosas, SST, consultoria ambiental e licenciamento industrial. Os serviços

prestados pela Envienergy nas diversas áreas encontram-se resumidos na Tabela 1, apresentada de seguida.

Tabela 1. Serviços prestados pela Envienergy

Eficiência energética	Auditorias e diagnósticos energéticos
	Otimização dos recursos
	Implementação de sistemas de gestão de energia
Laboratórios de emissões e ensaios	Avaliações da exposição a agentes químicos: poeiras, metais, fibras, sílica e compostos orgânicos
	Avaliações da exposição a agentes físicos: ruído, vibrações, <i>stress</i> e conforto térmico e níveis de iluminação;
	Avaliação da exposição ao amianto
	Ruído ambiental
	Análises à qualidade do ar exterior: partículas, metais pesados e condições meteorológicas
Emissões gasosas	Caracterização dos poluentes presentes nos efluentes gasosos
	Medições pontuais
Segurança e saúde no trabalho	Auditorias e diagnósticos
	Análises de conformidade legal
	Medidas de autoproteção
Consultoria ambiental	Auditorias e diagnósticos ambientais
	Estudos de impacte ambiental
	Implementação de sistemas de gestão ambiental
	Análise de conformidade legal
	Responsabilidade ambiental
	Prevenção de acidentes graves
Licenciamento industrial	Licenciamento da atividade industrial
	Licenciamento ambiental
	Licenciamento da utilização dos recursos hídricos
	Licenciamento da operação dos resíduos

A Envienergy está acreditada pelo Instituto Português de Acreditação como Laboratório de Ensaios, segundo a Norma Portuguesa (NP) EN ISO/IEC 17025:2005. A empresa é acreditada para diversos ensaios de acústica (ruído ambiente e ruído laboral), ar ambiente laboral e efluentes gasosos. Na Tabela 2 apresentada de seguida, é possível ver alguns desses ensaios e os respetivos métodos utilizados.

Tabela 2. Ensaios acreditados

Produto	Ensaio	Método
Ruído ambiente	Medição de níveis de pressão sonora Determinação do nível sonoro médio de longa duração Critério de incomodidade (CI)	NP ISO 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 Anexo I do DL nº 9/2007
Ruído laboral	Avaliação da exposição ao ruído durante o trabalho	Decreto-Lei n.º 182/2006
Ar ambiente laboral	Colheita de fibras de amianto Colheita da sílica cristalina na fração respirável Colheita de cetonas I Colheita de elementos metálicos Colheita de hidrocarbonetos Colheita de hidrocarbonetos aromáticos Colheita de metiletilcetona Colheita de poeiras alcalinas Colheita e determinação de poeiras inaláveis Colheita e determinação de poeiras respiráveis	NIOSH 7400:1994 NIOSH 7500: 2003 NIOSH 1300:1994 NIOSH 7300:2003 NIOSH 1500:2003 NIOSH 1501:2003 NIOSH 2500:1996 NIOSH 7401:1994 NIOSH 0500 NIOSH 0600
Efluentes gasosos	Amostragem de dioxinas e furanos Amostragem de mercúrio Amostragem e determinação de dióxido de enxofre Amostragem e determinação de monóxido de carbono Amostragem e determinação de partículas totais	EN 1948-1:2006 EN 13211:2001/AC:2005 EN 14791:2005 EN 15058:2006 EPA 5:2014

3. Monitorização Ocupacional

As mudanças que ocorrem no ambiente, causadas quer por processos naturais, quer por processos criados pelas atividades humanas, envolvem diversos parâmetros e ocorrem a diferentes velocidades. Para compreender estas mudanças, é necessário recolher a informação durante longos períodos de tempo.

Existe uma preocupação crescente, por parte da sociedade, relativamente aos possíveis efeitos que a emissão de poluentes possa ter na sua qualidade de vida, saúde e ambiente. Os poluentes existentes e os seus níveis dependem do tipo de ambiente: exterior – urbano, rural e industrial; interior – escolas, habitações, escritórios, etc. ou ocupacional – instalações industriais e outros locais de trabalho. No caso dos ambientes ocupacionais, os poluentes variam de acordo com o tipo de indústria e o posto de trabalho. (Coutinho, 2015)

De modo a salvaguardar a segurança e a saúde dos trabalhadores, diversos organismos nacionais e internacionais têm desenvolvido um conjunto de normas, visando o estabelecimento dos níveis máximos de exposição aos diferentes poluentes. Por exemplo, a NP 1796 (Instituto Português da Qualidade, 2014) apresenta uma lista dos valores limite de exposição profissional a agentes químicos. Torna-se por isso necessário realizar a monitorização destes parâmetros, de forma a estudá-los, controlá-los e reduzi-los. A monitorização ocupacional é entendida como a observação, medida e cálculo, sistemáticos, da condição do ambiente de trabalho e das emissões de poluentes, ao longo do tempo.

A avaliação da exposição profissional dos trabalhadores aos agentes químicos no ambiente de trabalho é um dos requisitos obrigatórios referidos na legislação nacional, na área da SST. Tornou-se por isso imprescindível a existência de planos de gestão da SST de forma a garantir o bom funcionamento de uma empresa. Segundo a Lei n.º 3/2014, de 28 de janeiro, que procede à segunda alteração à Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro e que aprova o regime jurídico da promoção da SST, há um conjunto de atividades que devem ser consideradas, tais como: avaliar os riscos; preparar planos de proteção e prevenção de riscos profissionais; elaborar planos de emergência internos; gerir o controlo de equipamentos de proteção individual e de sinalização de segurança; realizar exames de vigilância da saúde; desenvolver planos de informação/formação para promover a SST, coordenar auditorias e inspeções internas e organizar os elementos estatísticos relativos à segurança e à saúde dos trabalhadores.

4. Estrutura do relatório de estágio

O relatório de estágio foi estruturado em sete capítulos, sendo que os quatro primeiros são mais alusivos ao trabalho teórico desenvolvido, e os restantes são relativos ao trabalho prático realizado ao longo do estágio. Seguidamente é apresentada uma pequena descrição do que é abordado em cada um dos capítulos:

- ✓ Introdução – neste primeiro capítulo é feito um enquadramento do tema e uma descrição dos objetivos a atingir ao longo do estágio. Ainda neste capítulo, é apresentada uma descrição da entidade de acolhimento e é feita uma abordagem à monitorização ambiental;
- ✓ Segurança e Saúde no Trabalho – no segundo capítulo são descritos diversos conceitos, nomeadamente o de segurança e saúde no trabalho, o de acidentes de trabalho e de doenças profissionais; são apresentadas a estratégia nacional e o enquadramento legislativo e é feita uma descrição da hierarquia das medidas de controlo e dos equipamentos de proteção individual;
- ✓ Ambiente Laboral – este capítulo está dividido em duas partes (ar ambiente laboral e ruído ocupacional). No ar ambiente laboral são descritas as diferentes substâncias, enquanto no ruído são explicados os diversos conceitos e as principais consequências para a saúde dos trabalhadores;
- ✓ Estratégias de medição – neste tópico é feita uma abordagem das estratégias de medição de ar ambiente laboral e de ruído, de acordo com as normas existentes;
- ✓ Procedimentos – neste ponto são apresentados todos os procedimentos utilizados ao longo do estágio, acompanhados de registos fotográficos;
- ✓ Trabalho realizado – este capítulo aborda essencialmente o trabalho prático desenvolvido, assim como alguns problemas encontrados ao longo do estágio e respetiva resolução;
- ✓ Conclusões – neste último capítulo são mencionadas as principais conclusões obtidas na realização do estágio.

CAPÍTULO II – SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

1. A Segurança e a Saúde

Nem sempre a segurança e a saúde dos trabalhadores foi um fator relevante na gestão das empresas. No entanto, ao longo do tempo, estas tornaram-se imprescindíveis para o bom funcionamento das mesmas. Há uma necessidade crescente de melhorar as condições de trabalho, de forma a otimizar a qualidade de vida dos trabalhadores e a evitar a ocorrência de acidentes no local de trabalho ou de doenças profissionais.

O conceito de segurança está intimamente relacionado com o de ser humano, considerado de forma individual ou coletiva. Consiste num conjunto de métodos e medidas que permitem prevenir acidentes de trabalho, através da avaliação, controlo e mitigação dos riscos profissionais. O conceito de saúde no trabalho não se limita apenas ao domínio da vigilância médica (exames médicos individuais de avaliação da saúde), mas deve-se também alargar ao controlo dos elementos físicos, sociais e mentais que podem afetar a saúde dos trabalhadores. (Organização Internacional do Trabalho, 2009a)

A segurança e a saúde são duas áreas que estão profundamente relacionadas com o objetivo de promover e manter os níveis de bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores. Prevenir os trabalhadores de efeitos adversos para a saúde decorrentes das suas condições de trabalho; proteger os trabalhadores perante os riscos resultantes de condições prejudiciais à saúde e colocar os trabalhadores num ambiente de trabalho ajustado às suas necessidades físicas e mentais, são requisitos fundamentais da gestão empresarial. Uma boa gestão da segurança e da saúde dos trabalhadores de uma empresa permite uma diminuição/redução do número de acidentes de trabalho e consequentemente redução de custos inerentes com abstenção ao trabalho, indemnizações, etc.. (Associação Empresarial de Portugal, 2004)

2. Estratégia Nacional de SST

No que diz respeito à segurança e saúde dos trabalhadores, é extremamente importante que se definam estratégias tanto a nível nacional, como a nível internacional. A nível europeu é possível identificar as principais vertentes de atuação dos Estados-membros, de forma a antever os riscos profissionais e a atingir os objetivos definidos por estas estratégias.

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 77/2015 de 18 de setembro publicou a Estratégia Nacional para a Segurança e Saúde no Trabalho 2015-2020 – “Por um trabalho seguro, saudável e produtivo”, que tem como principais objetivos estratégicos:

- ✓ A promoção da qualidade de vida no trabalho e da competitividade das empresas;
- ✓ A diminuição do número de acidentes de trabalho e da taxa de incidência de acidentes de trabalho em 30%;
- ✓ A diminuição dos fatores de risco associados às doenças profissionais.

Para além dos objetivos estratégicos, apresenta ainda 6 objetivos específicos associados a 31 medidas de ação. Os objetivos específicos são os seguintes:

- ✓ Desenvolver e implementar políticas públicas de SST;
- ✓ Melhorar a prevenção das doenças profissionais e dos acidentes no trabalho;
- ✓ Apoiar as empresas na implementação da SST;
- ✓ Promover a informação, formação, participação e cooperação nos locais de trabalho;
- ✓ Promover o cumprimento da legislação em matéria de SST;
- ✓ Reforçar a cooperação internacional em matéria de SST.

3. Enquadramento Legislativo da SST

A Lei n.º 3/2014 define os princípios gerais de prevenção, as obrigações dos empregadores, o método de eleição dos representantes dos trabalhadores, as atividades obrigatórias dos serviços de SST e as modalidades de organização. A lei aplica-se a todos os ramos de atividade; aos trabalhadores por conta de outrem e respetivo empregador; e aos trabalhadores independentes.

O controlo das condições de trabalho é da competência da Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT), organismo que realiza inspeções das condições laborais e inquéritos em caso de acidente de trabalho significativamente grave. Em caso de doença profissional ou outro dano para a saúde resultante do trabalho, a realização dos inquéritos é da responsabilidade do Instituto de Segurança Social (ISS).

De uma forma geral, o empregador tem diversas obrigações, nomeadamente: assegurar as condições de segurança e saúde aos trabalhadores; ter em consideração os princípios gerais de prevenção; garantir que a implementação das medidas de prevenção derivam

das avaliações de risco; fornecer informação/formação adequada aos trabalhadores; assegurar a vigilância da saúde dos trabalhadores; estabelecer as medidas a tomar no que diz respeito aos primeiros socorros, combate a incêndios e evacuação; e observar as prescrições legais de segurança e saúde.

De acordo com a Lei n.º 3/2014, para além do empregador, o trabalhador também tem obrigações, entre as quais: cumprir as prescrições legais de segurança e saúde; zelar pela sua segurança e saúde, assim como para os seus colegas de trabalho; utilizar as máquinas, equipamentos, materiais e substâncias de forma correta; comunicar avarias e deficiências que possam originar perigo; utilizar corretamente os equipamentos de proteção individual e coletiva; comunicar defeitos detetados nos sistemas de proteção; e adotar as medidas previamente estabelecidas em caso de perigo.

4. Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais

A Lei n.º 98/2009 regulamenta o regime de reparação de acidentes de trabalho e de doenças profissionais, incluindo a reabilitação e reintegração profissionais, nos termos do artigo 284.º do Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de Fevereiro.

Esta Lei define um acidente de trabalho como um acidente que se verifique no local e tempo de trabalho e produza direta ou indiretamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte a morte ou redução na capacidade de trabalho. Contudo, existem algumas extensões deste conceito, podendo então constituir um acidente de trabalho, os que sejam abrangidos pelas seguintes condições:

- ✓ Acidentes “in itinere” (ou no percurso) – ocorridos no trajeto de ida e de regresso para e do local de trabalho;
- ✓ Acidentes ocorridos na execução de serviços espontaneamente prestados e de que possa resultar proveito económico para o empregador;
- ✓ Acidentes ocorridos no local de trabalho, quando em frequência de curso de formação ou, fora do local de trabalho, quando exista autorização expressa do empregador para tal frequência;
- ✓ Acidentes ocorridos fora do local ou do tempo de trabalho, quando verificado na execução de serviços determinados pelo empregador ou por este consentido.

As principais causas dos acidentes de trabalho podem ser classificadas como humanas, materiais ou organizacionais. As causas humanas podem ter diferentes origens,

nomeadamente: falta de experiência do trabalhador, fadiga física e mental, condutas impróprias na execução das tarefas, ou ainda a falta de informação/formação. Por outro lado, quando se classifica a causa do acidente como material, este deve-se essencialmente à utilização de equipamentos com falta de manutenção ou de materiais defeituosos. Por fim, as causas organizacionais devem-se sobretudo à ausência de sinalização de segurança, à falta de limpeza ou organização, ou aos postos de trabalho mal concebidos. (Coutinho, 2015)

Na Figura 1 estão apresentados os números de acidentes totais e mortais ocorridos a nível nacional. Os dados são relativos ao período compreendido entre os anos 1985 e 2014 e foram retirados do PORDATA. Para os acidentes mortais existem ainda dados para os anos de 2015 e 2016, retirados da ACT.

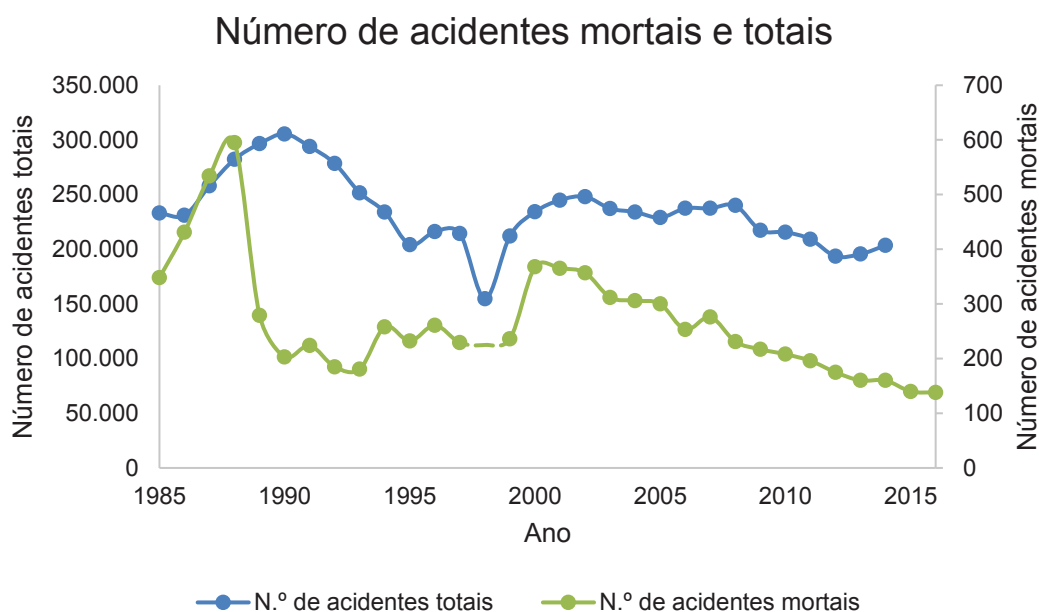


Figura 1. Número de acidentes mortais e totais (PORDATA)

Através da observação do gráfico, verifica-se que em 1990 houve um pico máximo de 305.512 acidentes no total. De seguida, houve um decréscimo, atingindo um pico mínimo de 154.825, no ano de 1998. Nos anos posteriores verifica-se que o número de acidentes totais é mais ou menos constante. Em relação ao número de acidentes mortais, conclui-se que em 1988 houve um pico máximo de 595. O ano seguinte teve um decréscimo significativo, tendo-se mantido mais ou menos constante durante algum tempo. O ano de 1998 surge a tracejado no gráfico, uma vez que neste ano não houve registo do número

de acidentes mortais. No ano de 2000 voltou a surgir um pico bastante elevado, atingindo o número de 360 mortes. Depois deste ano, houve uma diminuição ao longo do tempo até ao ano de 2016, que registou um valor bastante inferior, totalizando 138 mortes. De uma forma geral, verifica-se uma ligeira tendência para a diminuição dos acidentes de trabalho ao longo dos anos.

No entanto, uma grande parte destes acidentes podem ser evitados. A prevenção do acidente de trabalho além de ser um dever de carácter humanitário, apresenta vantagens económicas para as empresas, para as seguradoras e para a comunidade em geral. Com a prevenção do acidente de trabalho pretende-se não só evitar a ocorrência do acidente, como também minimizar os seus efeitos.

As doenças profissionais são aquelas que resultam do exercício de uma atividade profissional. Estas podem afetar os trabalhadores de diferentes formas, dependendo de diversos fatores, nomeadamente da natureza do perigo ou da via de exposição. Por vezes torna-se difícil determinar a origem da doença profissional, devido aos seus efeitos não serem perceptíveis no imediato. (Organização Internacional do Trabalho, 2009)

Na Figura 2 está representada a evolução do número de doenças profissionais, segundo a ACT – Departamento de Prevenção de Riscos Profissionais, entre os anos 2009 e 2016 a nível nacional.



Figura 2. Evolução do número de doenças profissionais

Analisando o gráfico obtido verifica-se que o número de doenças profissionais foi inconstante ao longo dos anos, atingindo um pico mínimo de 2.697 no ano de 2012 e um pico máximo de 4.189 no ano de 2016.

O Decreto Regulamentar n.º 6/2001, de 5 de maio, revisto pelo Decreto Regulamentar n.º 76/2006, de 17 de julho, apresenta uma lista das doenças profissionais e dos trabalhos suscetíveis de as provocar. Esta lista abrange diferentes tipos de doenças, designadamente: as que são provocadas por agentes químicos ou físicos; as do aparelho respiratório; as doenças cutâneas; as infecciosas e parasitárias; os tumores; e por fim, as manifestações alérgicas das mucosas.

Apesar de atualmente ser mais simples identificar os riscos profissionais, por vezes são introduzidos novos produtos químicos ou novas tecnologias que representam novos perigos. Estes podem representar um grande desafio para os trabalhadores e empregadores pois podem não se conhecer os seus efeitos na saúde e bem-estar do ser humano ou no ambiente (Organização Internacional do Trabalho, 2009a).

O Decreto-Lei n.º 352/2007 aprova a nova Tabela Nacional de Incapacidades por Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais, revogando o Decreto-Lei n.º 341/93, de 30 de Setembro. Este decreto permite determinar as incapacidades resultantes dos acidentes de trabalho e das doenças profissionais, de forma mais consistente e coerente.

Por sua vez quando se analisam as doenças profissionais certificadas por fator de risco, verifica-se que as doenças provocadas por agentes físicos têm, desde 2009, uma preponderância acima dos 86%. Este fator de risco inclui por exemplo fatores físicos como exposição ao ruído, vibrações e radiação. O segundo e terceiro fatores de risco incluem as doenças do aparelho respiratório e as doenças cutâneas. Daqui pode-se concluir que a exposição ao ruído e qualidade do ar no local e trabalho, representam fatores de risco de maior relevância.

5. Hierarquia das Medidas de Controlo

A implementação de medidas de controlo tem como objetivo diminuir/eliminar os riscos existentes. Para isso existe um conjunto de ações que devem ser aplicadas de forma hierárquica (Figura 3).

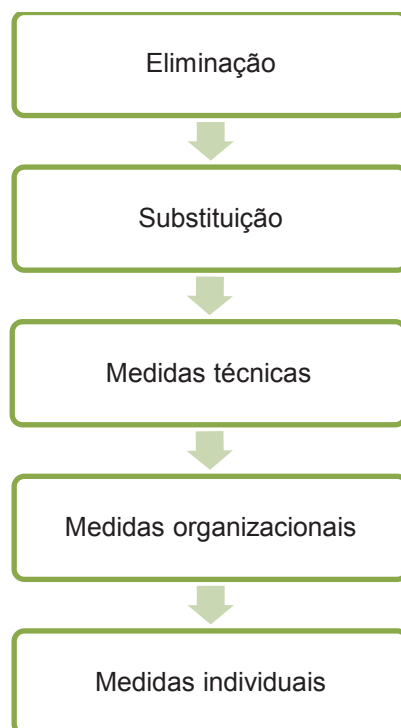


Figura 3. Hierarquia das medidas de controlo

Estas medidas consistem essencialmente (ACT, 2016):

- ✓ Eliminação – consiste em eliminar um perigo na origem, através da remoção de uma substância ou processo;
- ✓ Substituição – envolve a alteração de uma substância química ou processo, por uma menos perigosa;
- ✓ Medidas técnicas – adoção de medidas de engenharia, como sistemas de ventilação ou utilização de proteções nos equipamentos e máquinas;
- ✓ Medidas organizacionais – rotatividade dos postos de trabalho, redução da frequência e duração da tarefa, redução do número de trabalhadores expostos, comunicação dos riscos derivados da exposição, informação e formação acerca dos riscos e medidas de proteção a adotar;
- ✓ Equipamentos de proteção individual – adoção de medidas a nível comportamental e utilização de equipamentos de proteção individual (EPI's).

Desta forma, a opção de medidas de controlo a implementar tem como principal objetivo a redução do risco de acidentes do coletivo.

6. Equipamentos de Proteção Individual

O controlo dos riscos permite prevenir a ocorrência de acidentes surgindo como última medida a aplicação individual, nomeadamente a utilização de EPI's. É por isso de extrema relevância que os trabalhadores e as organizações tenham em consideração a importância da sua utilização. Os EPI's devem ser fornecidos aos trabalhadores de forma gratuita e devem ser eficazes e adequados ao tipo de risco a que estes estão expostos. (Fernandes, 2016)

Relativamente aos equipamentos, a legislação existente, o Decreto-Lei n.º 348/93, de 1 de outubro, transposto da Diretiva 89/656/CEE do Conselho, de 30 de novembro, é relativo às prescrições mínimas de segurança e de saúde dos trabalhadores na utilização de EPI's. Este decreto define um EPI como “todo o equipamento, bem como qualquer complemento ou acessório, destinado a ser utilizado pelo trabalhador para se proteger dos riscos para a sua segurança e para a sua saúde.” O artigo 6.º refere ainda as principais obrigações do empregador, particularmente:

- ✓ Fornecer os EPI's e garantir o seu bom funcionamento;
- ✓ Manter disponível no local de trabalho informação adequada sobre cada equipamento;
- ✓ Informar os trabalhadores sobre os riscos contra os quais o equipamento os visa proteger;
- ✓ Assegurar a formação sobre a utilização dos equipamentos, organizando exercícios de segurança, sempre que julguem necessário.

De acordo com o artigo 8.º o trabalhador também tem obrigações, tais como:

- ✓ Utilizar corretamente o equipamento, de acordo com as instruções que lhe foram fornecidas;
- ✓ Conservar e manter em bom estado o equipamento que lhe foi distribuído;
- ✓ Participar de imediato qualquer avaria ou deficiência do equipamento.

Para além do decreto, foi ainda publicada a Portaria n.º 988/93, de 06 de Outubro, que descreve tecnicamente os EPI's e os setores de atividade para os quais eles podem ser necessários.

No ano de 2014, segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), os setores de atividade onde ocorreram o maior número de acidentes de trabalho, para um total de 203.548, foram os representados na Figura 4.

Número de acidentes de trabalho por setor de atividade

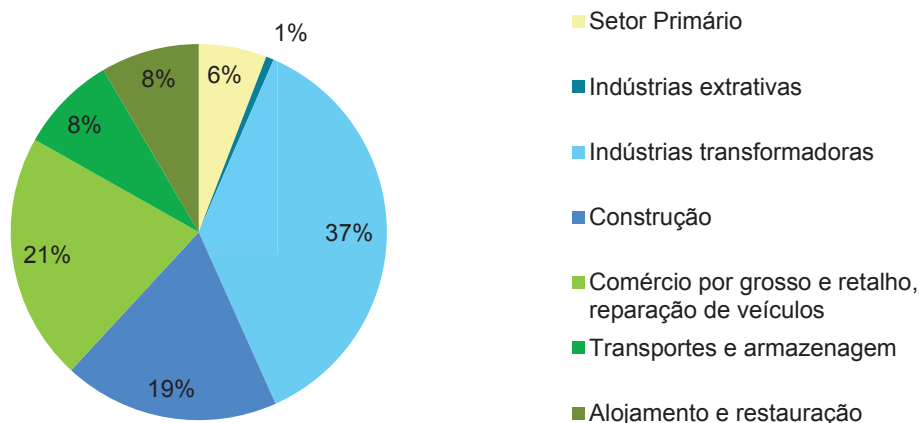


Figura 4. Número de acidentes de trabalho por setor de atividade (INE)

Com a análise do gráfico verifica-se que o setor primário (a amarelo) representa 6% do número total de acidentes. O setor secundário (em tons de azul) abrange as indústrias extrativas e transformadoras, assim como o setor da construção. Neste ano, na indústria extrativa ocorreu um número reduzido de acidentes, representando apenas 1% do número total. Por outro lado, a indústria transformadora e o setor da construção apresentam um número de acidentes muito elevado, 37% e 19%, respetivamente, do número total de acidentes reportados em 2014. O setor terciário (em tons de verde) também apresenta números elevados de acidentes, englobando o comércio por grosso e retalho, reparação de veículos (21%), o transporte e armazenagem (8%) e por fim, o alojamento e restauração (8%).

Observando o gráfico, verifica-se que o setor primário é aquele que regista um número de acidentes mais reduzido. De seguida, surge o setor terciário, com um total de 37% na soma de todas as atividades. Assim sendo, o setor secundário é o que regista um maior número de acidentes de trabalho, uma vez que representa 57% do número total, na soma de todas as atividades.

No ano de 2016, segundo a ACT – Departamento de Prevenção de Riscos Profissionais, os setores de atividade onde se verifica a maior incidência de doenças profissionais são aqueles que estão representados na Figura 5.

Número de doenças profissionais certificadas por setor de atividade

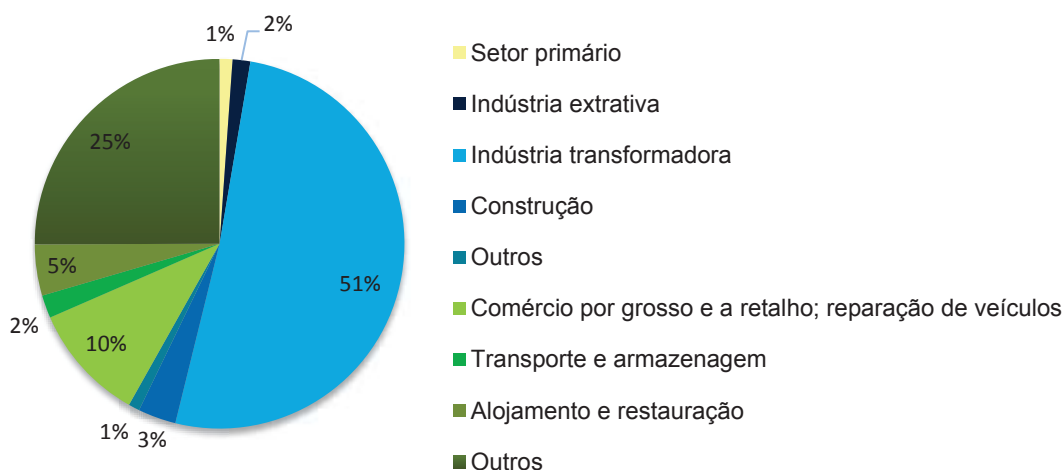


Figura 5. Número de doenças profissionais certificadas por setor de atividade

Observando a figura verifica-se que no setor primário, a amarelo, surge um número de doenças profissionais muito reduzido, representando 1% do número total. O setor secundário (em tons de azul) representa um total de 57%, abrangendo as indústrias extrativas, transformadora e construção, sendo 2%, 51% e 3%, respetivamente. Há ainda outras atividades do setor secundário que representam 1% do número de doenças. Assim sendo, o setor secundário regista o maior número de ocorrências de doenças profissionais, analogamente ao que já havia sido referido nos acidentes de trabalho. O setor terciário (em tons de verde) traduz 42% do número total de doenças profissionais, englobando o comércio por grosso e a retalho, reparação de veículos (10%), transporte e armazenagem (2%) e alojamento e restauração (5%). Existem ainda outras atividades do setor terciário que representam 25% do número total de doenças profissionais.

De acordo com os dados disponíveis o maior número de casos de doenças profissionais certificadas por setor de atividade são observados nas indústrias transformadoras, que contribuem com mais de 50% do total de doenças profissionais certificadas em 2016. O restante distribui-se pelas outras 25 secções que representam individualmente menos

de 1% do número total. Entre estas aparecem no topo da lista a secção comércio por grosso e a retalho, veículos automóveis e motociclos e atividades de saúde humana e apoio social.

Do número total de 203.548 acidentes de trabalho ocorridos, segundo o INE, as partes do corpo mais atingidas são as indicadas na Tabela 3.

Tabela 3. N.º de acidentes por parte do corpo (INE)

Parte do Corpo	Número de acidentes	Percentagem (%)
Cabeça	28.619	14,1
Pescoço e coluna	1.994	1,0
Costas	29.444	14,5
Tórax	6.876	3,4
Membros superiores	72.600	35,7
Membros inferiores	48.075	23,6
Corpo inteiro	2.350	1,2
Outras partes do corpo	865	0,4
Partes não especificadas	12.725	6,3

Como se verifica na tabela acima, cerca de 36% dos acidentes ocorridos em 2014, atingiram os membros superiores. De seguida, a parte mais afetada foram os membros inferiores, com cerca de 24%. A cabeça e as costas também apresentam um número de acidentes elevado, com cerca de 14 e 15%, respetivamente.

Por isso, a seleção dos EPI's deve ter em consideração os riscos a que o trabalhador está exposto, as condições de trabalho, as características do próprio trabalhador, mas também a parte do corpo a proteger. Na Tabela 4, apresentada de seguida, estão identificados os tipos de EPI existentes por zona do corpo a proteger. (Moreira, 2008)

Tabela 4. Equipamentos de proteção individual

Zona do corpo a proteger	Tipo de EPI
Cabeça	Capacete de proteção Touca Capuz
Olhos	Óculos (de proteção, de soldar, panorâmicos) Viseira Máscara
Ouvidos	Tampões auditivos Protetores auriculares
Vias respiratórias	Aparelhos de proteção respiratória
Mãos e antebraços	Luvas
Pés	Botas/sapatos de segurança
Corpo inteiro	Vestuário para proteção mecânica Fatos químicos Equipamentos para trabalhos em altura e sistemas de segurança

Os EPI's são de uso pessoal e devem estar à disposição dos trabalhadores sempre que seja necessário. Os equipamentos devem ser práticos, cómodos, de fácil limpeza e conservação e adequados aos riscos a proteger.

No caso da proteção da cabeça, devem ser utilizados capacetes com armação interna, pois têm uma elevada resistência ao impacto e à penetração. (Moreira, 2008) O capacete tem a capacidade de proteger perante o risco de queda de objetos pesados, pancadas violentas ou projeção de partículas. (Miguel, 2004)

A proteção dos olhos é extremamente importante, pois estes representam uma das partes mais sensíveis do corpo humano. As lesões nos olhos podem ser provocadas por diferentes ações, tais como: mecânicas – projeção de partículas, poeira ou aparas; óticas – através de luz visível (natural ou artificial), invisível (raios ultravioleta ou infravermelho) ou raios laser; térmicas – temperaturas extremas; ou químicas – produtos corrosivos. (Moreira, 2008)

Relativamente à proteção dos ouvidos, e com o objetivo de reduzir/eliminar a exposição ao ruído, podem ser utilizados os tampões auditivos ou os protetores auriculares (abafadores). Estes são utilizados em circunstâncias diferentes, consoante o trabalho a realizar, sendo que os tampões auditivos encaixam perfeitamente no canal auditivo, enquanto os protetores auriculares adaptam-se ao pavilhão auditivo, cobrindo-o na totalidade. Existem vantagens e desvantagens inerentes à utilização dos dois equipamentos, sendo por isso necessário adequar a sua utilização ao tipo de trabalho em causa. Os tampões auditivos tornam-se vantajosos pois são leves, pequenos, confortáveis e de fácil utilização com outros equipamentos (como óculos, capacete, etc.); no entanto a adaptação pode ser difícil, o seu tamanho tem que ser individualizado e necessitam de cuidados especiais na sua utilização e limpeza. Os protetores auriculares têm como principais vantagens o facto de serem de fácil utilização e adaptação. No entanto, à semelhança dos tampões auditivos, existe alguma dificuldade no seu uso em simultâneo com outros equipamentos e por vezes tornam-se desconfortáveis quando utilizados durante longos períodos de tempo. (Miguel, 2004)

A proteção das vias respiratórias também é de extrema importância, dado que os efeitos provocados pelos diferentes agentes podem ser de carácter irreversível. Quando os trabalhadores estão sujeitos a atmosferas contaminadas ou à falta de oxigénio no ar, torna-se necessário proteger as vias respiratórias com um equipamento adequado. (Moreira, 2008) Os dispositivos de proteção respiratória dividem-se em dois grupos, como se verifica na Tabela 5, os aparelhos filtrantes – dependentes da atmosfera ambiente, e os aparelhos isolantes – independentes da atmosfera ambiente.

Tabela 5. Aparelhos de proteção respiratória

Aparelhos filtrantes	Aparelhos isolantes	
De partículas De gases e vapores De partículas, gases e vapores	Autónomos: De tomada de ar à distância De ar comprimido	Não autónomos: Circuito aberto Circuito fechado

Para seleccionar o equipamento mais apropriado deve-se ter em consideração diversos fatores, nomeadamente: natureza e tipo de contaminante, concentração existente no ambiente, efeitos para a saúde, limites de exposição, e tipo e duração da exposição.

Os ferimentos nas mãos são os mais frequentes em ambiente de trabalho, pelo que se devem utilizar proteções adequadas. As causas de agressão podem ser diversas, tais como: mecânicas – golpes com objetos cortantes; térmicas – contacto com fontes térmicas ou radiações; químicas – contacto direto ou por emanção de ácidos, solventes, etc.; bacteriológicas – infeção de feridas. As luvas devem ser escolhidas de acordo com os riscos presentes nos locais de trabalho, uma vez que existem de vários materiais. (Moreira, 2008)

Os pés devem ser protegidos utilizando calçado apropriado, prevenindo contra o risco de esmagamento, perfuração, contacto com a corrente elétrica ou produtos químicos, queda de objetos, etc.. Os principais perigos a que os trabalhadores estão expostos são essencialmente os pavimentos quentes ou escorregadios, o manuseamento de objetos pesados, as correntes elétricas, entre outros.

Para a proteção do corpo inteiro existem aventais, fatos, calças e coletes apropriados. Os aventais, os fatos e as calças protegem os trabalhadores dos agentes térmicos, mecânicos e químicos. Os coletes têm como objetivo proteger e identificar os trabalhadores em serviços onde é necessário uma maior visualização. (Divisão de Segurança e Medicina do Trabalho - Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, 2010)

CAPÍTULO III – AMBIENTE LABORAL

1. Ar Ambiente Laboral

Por norma, os trabalhadores passam cerca de oito horas por dia no seu local de trabalho, o que prevê que os ambientes laborais sejam seguros e saudáveis. No entanto, estes por vezes estão expostos a diversas substâncias que podem ser prejudiciais para a sua saúde. Para avaliar, reduzir ou eliminar esta exposição, a caracterização e a monitorização da qualidade do ar ambiente laboral são imprescindíveis, o que implica a realização de análises/medições regulares, utilizando como guia de controlo os valores limite de exposição (VLE).

Os VLE dizem respeito às concentrações no ar das várias substâncias e representam as condições para as quais se admite que quase todos os trabalhadores podem estar expostos no dia-a-dia, sem efeitos adversos. No entanto, por vezes, alguns trabalhadores são mais suscetíveis a certas substâncias, podendo apresentar desconforto a concentrações iguais ou inferiores ao VLE (Fiequimetal, 2010b).

O Decreto-Lei n.º 24/2012 consolida as prescrições mínimas no que diz respeito à proteção dos trabalhadores contra os riscos para a segurança e saúde devido à exposição a agentes químicos no trabalho e transpõe para a ordem interna a Diretiva n.º 2009/161/UE, da Comissão Europeia, de 17 de Dezembro de 2009, que estabelece uma lista de valores limite de exposição profissional. Para além deste decreto, existe a NP 1796:2014 que é relativa aos valores-limite e aos índices biológicos de exposição profissional a agentes químicos. Estes valores não devem ser utilizados como uma divisória entre as substâncias seguras e as substâncias perigosas, mas sim como um guia de controlo de risco para a saúde. Os valores-limite são divididos em três categorias, nomeadamente (Miguel, 2004):

- ✓ Média ponderada (MP) – concentração média durante um dia de trabalho de 8 horas ou 40 horas semanais, à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar expostos, dia após dia, sem consequências para a sua saúde. É ponderada em função do tempo de exposição e nunca deve ser excedida;
- ✓ Curta duração (CD) – concentração à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar repetidamente expostos por curtos período de tempo, desde que o valor do VLE-MP não seja excedido e sem que ocorram efeitos adversos, como irritações, lesões crónicas ou efeitos tóxicos. É definido para um período máximo de 15 minutos;

- ✓ Concentração máxima (CM) – valor de concentração que nunca deve ser excedido durante qualquer período de exposição.

Os VLE existentes para o amianto (Decreto-Lei n.º 244/2007) e para o chumbo (Decreto-Lei n.º 24/2012) são valores limite de exposição profissional obrigatórios, enquanto todos os outros são valores meramente indicativos, considerando as consequências para a saúde dos trabalhadores.

O Decreto-Lei n.º 24/2012 e a NP 1796:2014 apresentam inúmeras substâncias, no entanto são aqui destacadas aquelas que são mais analisadas pela Envienergy, nomeadamente fibras de amianto, sílica cristalina na fração respirável, partículas inaláveis e respiráveis, e compostos orgânicos voláteis totais (COVT).

1.1. Fontes e VLE de poluentes em ambiente laboral

Na Tabela 6, apresentada de seguida, estão apresentados os VLE-MP e os VLE-CD para cada um dos poluentes acima descritos, de acordo com os vários documentos de referência.

Tabela 6. VLE e documentos de referência

Poluentes	VLE-MP ^(a)	VLE-CD ^(b)	Documento de referência
Fibras de amianto	0,1 fibra/cm ³	-	DL n.º 266/2007 NP 1796:2014
Sílica cristalina ^(c)	0,025 mg/m ³	-	NP 1796:2014
Partículas inaláveis ^(d)	10 mg/m ³	-	NP 1796:2014
Partículas respiráveis ^(d)	3 mg/m ³	-	NP 1796:2014
Monóxido de carbono	25 ppm	-	NP 1796:2014
Dióxido de carbono	5.000 ppm	30.000 ppm	NP 1796:2014 (ambos) DL n.º 24/2012 (só VLE-MP)

(a) Concentração média para 8 horas diárias ou 40 horas semanais

(b) Concentração para um período máximo de 15 min

(c) Fração respirável

(d) Valores indicativos e propostos para alteração

Fibras de amianto

O amianto é a designação atribuída a uma variedade fibrosa de seis silicatos minerais naturais, nomeadamente: actinolite, crisótilo, crocidolite, antofilite, amosite e tremolite.

O Decreto-Lei n.º 244/2007 transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2003/18/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Março, que altera a Diretiva n.º 83/477/CEE, do Conselho, de 19 de Setembro, relativa à proteção sanitária dos trabalhadores contra os riscos de exposição ao amianto durante o trabalho. Este decreto é aplicável em todas as atividades em que os trabalhadores estão expostos a materiais que contenham amianto ou às suas poeiras, tais como:

- ✓ Demolição de construções;
- ✓ Desmontagem de máquinas ou ferramentas;
- ✓ Manutenção, reparação ou remoção de materiais existentes em instalações, estruturas, edifícios ou equipamentos;
- ✓ Transporte, tratamento e eliminação de resíduos que contenham amianto;
- ✓ Aterros autorizados para resíduos de amianto.

O amianto foi, durante muito tempo, utilizado na indústria da construção das mais variadas formas, designadamente: telhas, pavimentos, placas de teto falso e paredes pré-fabricadas. Estas utilizações devem-se sobretudo às suas propriedades de elasticidade, resistência mecânica, bom isolamento térmico e acústico, e de elevada resistência às altas temperaturas, aos produtos químicos e à corrosão (Saúde, 2005).

Contudo, ao longo dos anos foram identificados vários problemas e efeitos na saúde. A partir do ano de 2005, a sua utilização e comercialização foi proibida em Portugal, em conformidade com o Decreto-Lei nº 101/2005, de 23 de junho, transposto da Diretiva 2003/18/CE. Esta Diretiva surge com o objetivo de salvaguardar a saúde humana e o ambiente, dada a perigosidade do amianto. O seu perigo provém essencialmente da inalação das suas fibras que são libertadas para o ar ambiente. (Saúde, 2005)

A presença de amianto nos materiais de construção não representa necessariamente um perigo, desde que estes se encontrem intactos. No entanto, quando se realizam atividades que prejudicam a sua integridade, o risco de haver libertação de fibras aumenta substancialmente. Segundo a *International Agency for Research on Cancer*, todas as variedades de amianto foram classificadas como agentes cancerígenos para o ser humano. A inalação das suas fibras pode provocar diversas doenças a médio e longo prazo.

Sílica Cristalina

A sílica é um componente básico do solo, areia, granito, mármore e muitos minerais, e existe na forma cristalina e amorfa. A sílica cristalina existe em diversas formas, podendo algumas delas ser nocivas. No entanto, a sílica amorfa tem uma baixa toxicidade, não sendo por isso prejudicial para o ser humano. (Levantina - The Natural Stone Company, 2016)

A forma mais comum da sílica cristalina é o quartzo, que por norma é utilizado em pavimentos, bancadas, tampos e outras aplicações no interior. De acordo com o Decreto Regulamentar n.º 6/2001, os principais trabalhos suscetíveis de expor os trabalhadores à exposição de sílica são os seguintes:

- ✓ Trabalhos com rochas ou minerais contendo sílica, nomeadamente nas minas, túneis, pedreiras, etc.;
- ✓ Fabricação e manipulação de abrasivos, pós de limpeza e outros produtos contendo igualmente sílica;
- ✓ Trabalhos em indústrias siderúrgicas, metalúrgicas e mecânicas, nas quais se utilizam matérias contendo sílica nas mesmas condições;
- ✓ Fabricação de vidros, porcelanas, entre outros.

Todos estes trabalhos podem tornar-se perigosos, uma vez que se gera pó no ambiente laboral, que pode posteriormente ser inalado pelos trabalhadores. Esta fração respirável pode atingir os pulmões e consequentemente provocar efeitos irreversíveis na saúde, quando a exposição for prolongada. A exposição ao pó de sílica cristalina respirável pode ser controlada, desde que se cumpram as medidas de segurança associadas, nomeadamente práticas de trabalho melhoradas, controlos técnicos, sistemas de ventilação e filtragem, equipamento de proteção respiratória e programas de formação. Estas medidas são recomendadas para as instalações de produção e fabrico, mas também englobam os escritórios adjacentes. (CaesarStone, n.d.)

Partículas Inaláveis e Respiráveis

As partículas inaláveis e respiráveis são definidas como a matéria sólida ou líquida em suspensão na atmosfera. As partículas podem ser classificadas quanto à sua origem, tamanho, modo de formação ou composição química. Quanto à origem, esta pode ser natural – poeiras transportadas pelo vento, pólen, esporos e microrganismos – ou

antropogénica – processos industriais, queima de combustíveis fósseis e de resíduos agrícolas. Quando classificadas quanto ao tamanho, dividem-se essencialmente em partículas inaláveis, PM_{10} (partículas de diâmetro inferior a $10\mu m$), e partículas respiráveis, $PM_{2,5}$ (partículas de diâmetro inferior a $2,5\mu m$). Podem ainda ser classificadas de acordo com o seu mecanismo de formação: primárias ou secundárias. As partículas primárias resultam de fontes de emissão direta, tanto natural como antropogénica, enquanto as secundárias se formam na atmosfera através de reações químicas e fotoquímicas ou processos físicos envolvendo as partículas primárias. Relativamente à composição química, esta é determinada pelo processo de emissão das partículas. As $PM_{2,5}$ têm maioritariamente origem em processos de combustão e são constituídas por compostos inorgânicos (sulfatos, nitratos e carbono elementar) e compostos orgânicos semi-voláteis quando a combustão é incompleta. As PM_{10} têm origem não só nos processos de combustão como também nos processos de erosão, corrosão e abrasão e podem transportar elementos do solo e *spray* marinho. Nos meios urbanos, as partículas são essencialmente geradas pelos motores de combustão de veículos. Os processos industriais e a agricultura geram diversas poeiras, constituindo fontes adicionais de PM_{10} e $PM_{2,5}$.

A inalação das partículas pode provocar diversas doenças, dependendo do seu tamanho. As partículas de dimensões maiores podem ficar retidas no nariz ou nas vias aéreas superiores, enquanto as mais pequenas podem atingir os pulmões (Fiequimetal, 2010).

Compostos Orgânicos Voláteis

Segundo o Decreto-Lei n.º 181/2006, um composto orgânico é qualquer composto que contenha, pelo menos, o elemento carbono e um ou mais dos seguintes elementos: hidrogénio, oxigénio, enxofre, fósforo, silício, azoto ou halogénio, com exceção dos óxidos de carbono e dos carbonatos e bicarbonatos inorgânicos; e um composto orgânico volátil (COV) é um composto orgânico cujo ponto de ebulição inicial, à pressão normal de 101,3 kPa, seja inferior ou igual a $250^{\circ}C$.

Os níveis em ambientes internos destes compostos tendem a ser elevados, pois provêm de diversas fontes, nomeadamente fumo de tabaco, combustão, tintas, perfumes, cosméticos, produtos de limpeza, etc.. A exposição a estes compostos químicos pode provocar dores de cabeça, alergia, fadiga, tonturas e irritação dos olhos, nariz e garganta.

Durante longos períodos de exposição pode ainda causar danos no sistema nervoso central. (Hester, 2007)

Já foram identificados centenas de COVs existentes em atmosferas interiores, pelo que se torna inviável em termos económicos e em termos de tempo, realizar amostragens individualmente. Para isso, foi desenvolvido o conceito de compostos orgânicos voláteis totais (COVT), de forma a realizar amostragens sem distinguir os diferentes compostos. Depois de analisar as concentrações obtidas, verifica-se a necessidade de realizar amostragens aos COVs de forma individual. Para isso deve ser feito um levantamento dos materiais e produtos existentes no local que possam conter COVs na sua composição. Posteriormente devem realizar-se as amostragens dirigidas aos potenciais COV que podem estar presentes em condições que coloquem em risco a saúde dos trabalhadores (Agência Portuguesa do Ambiente & Laboratório Referência do Ambiente, 2009).

Segundo o relatório EUR 17675, os valores de referência relativos aos COVT, para um período de oito horas, são os apresentados na Tabela 7. (BERGLUND et al., 1997)

Tabela 7. Valores de referência dos COVT

Zona de conforto	< 0,2 mg/m ³
Zona de exposição a multifatores	0,2 a 3 mg/m ³
Zona de desconforto	3 a 25 mg/m ³
Zona tóxica	> 25 mg/m ³

Nota: mg/m³ – miligramas de carbono por metro cúbico de ar

Monóxido de Carbono

O monóxido de carbono (CO) é um gás incolor, inodoro, insípido e tóxico, que resulta da combustão incompleta, nomeadamente da queima de combustíveis fósseis, sistemas de aquecimento, queima de biomassa, fumo de tabaco, etc.. (Agencia para Substancias Toxicas y el Registro de Enfermedades, 2012) Os seus principais perigos resultam essencialmente da sua inalação. Quando o monóxido de carbono é inalado em concentrações reduzidas, pode causar os seguintes sintomas: vertigens, dores de cabeça, palpitação cardíaca e respiração irregular. Quando as concentrações inaladas são mais

elevadas, pode provocar inconsciência, danos no sistema nervoso central e no sistema circulatório. (Asociación Española de Toxicología, 2009)

Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono (CO₂) é um gás incolor, inodoro e não inflamável. É produzido através da combustão de combustíveis fósseis e por processos metabólicos. (Melorose, Perroy, & Careas, 2015) A inalação de concentrações baixas de dióxido de carbono pode provocar o aumento da acidez no sangue e o consequente aumento da taxa de respiração. Quando a exposição ao gás é em concentrações elevadas, pode produzir efeitos no sistema nervoso central, tais como dores de cabeça, tonturas ou problemas visuais.

Segundo a NP 689 de 2008 (Instituto Português da Qualidade), considerando as consequências que a exposição a agentes químicos podem trazer para a saúde dos trabalhadores, torna-se imprescindível reunir informação, avaliar e diminuir o nível de exposição. A avaliação da exposição profissional é utilizada para identificar situações de exposição potencial e apreciar o nível da exposição. Para isso é necessário definir a melhor estratégia de medição, que deve considerar o local, o momento, a duração e a quantidade de amostras.

O primeiro passo para identificar o potencial de exposição perigosa, consiste na preparação de uma lista com todos os agentes químicos existentes no local e os respetivos VLE. Na fase seguinte, avaliam-se os processos e procedimentos de trabalho, de forma a determinar o potencial para a exposição a agentes químicos, tais como:

- ✓ Atividades;
- ✓ Padrões de trabalho e técnicas;
- ✓ Processos de produção;
- ✓ Configuração do local de trabalho;
- ✓ Medidas de segurança e procedimentos;
- ✓ Sistemas de ventilação;
- ✓ Fontes de emissão;
- ✓ Tempos de exposição;
- ✓ Carga de trabalho.

Por fim, faz-se uma avaliação da exposição, onde se integra a identificação das exposições potenciais, os fatores do local de trabalho e as respetivas interligações. Se for expectável que a exposição exceda o VLE ou que seja claramente inferior ao VLE (metade do VLE), a avaliação da exposição profissional é concluída e são desenvolvidas as ações subsequentes.

2. Ruído Ocupacional

Do ponto de vista físico, o ruído é definido como qualquer variação da pressão atmosférica que o ouvido humano consegue detetar. Do ponto de vista fisiológico, é todo o fenómeno acústico que produz uma sensação auditiva desagradável ou incomodativa. (Miguel, 2004)

As ondas sonoras podem ser transmitidas da fonte até ao ouvido, tanto diretamente pelo ar, como indiretamente por condução nos materiais, nomeadamente estruturas sólidas, paredes, pavimentos ou tetos. (Organização Internacional do Trabalho, 2009b)

O ruído consiste numa das principais causas de incómodo para o trabalho, podendo provocar fadiga, ou, em casos extremos, a perda de audição. (Sedlakova, 2002)

Os trabalhadores podem ser expostos a níveis muito elevados de ruído nos seus locais de trabalho. A exposição a curto prazo ao ruído excessivo em níveis elevados poderá causar a perda de audição temporária, que pode ter a duração de apenas alguns segundos, ou até mesmo de dias. Quando os trabalhadores são expostos ao ruído de forma prolongada, a perda de audição pode ser de carácter permanente. A exposição ao ruído pode e deve ser controlada, de forma a evitar a redução ou a perda de audição dos trabalhadores de uma empresa.

Para além das perdas auditivas, a exposição ao ruído também pode provocar outro tipo de problemas, particularmente: ansiedade, problemas no sono e cansaço permanente; diminuição da coordenação e da concentração dos trabalhadores e aumento do *stress*, que pode levar ao aparecimento de problemas cardíacos nos trabalhadores. (Organização Internacional do Trabalho, 2009)

As medições de avaliação da exposição ao ruído no local de trabalho são realizadas cumprindo os requisitos exigidos no Decreto-Lei n.º 182/2006. Este Decreto-Lei, transposto da Diretiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, é relativo às prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído. Sempre que uma atividade seja suscetível de apresentar

riscos de exposição ao ruído, o empregador deve avaliar e medir os níveis de ruído a que os trabalhadores se encontram expostos.

A medição de ruído deve permitir determinar a exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído, assim como o nível da pressão sonora de pico a que cada trabalhador está exposto, na aceção definida no Decreto-Lei n.º 182/2006.

O Decreto-Lei mencionado define os seguintes indicadores de risco de exposição ao ruído:

- ✓ Exposição pessoal diária ao ruído ($L_{EX,8h}$) – nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, calculado para um período normal de trabalho de oito horas, que abrange todos os ruídos presentes no local de trabalho, incluindo o ruído impulsivo, expresso em dB(A).
- ✓ Nível da pressão sonora de pico (L_{Cpico}) – valor máximo da pressão sonora instantânea, ponderado C, expresso em dB(C).

Os valores limite de exposição pessoal diária e dos níveis da pressão sonora de pico estão definidos no artigo 3.º e estão representados na Tabela 8.

Tabela 8. Exposição pessoal diária e nível da pressão sonora de pico

	Exposição pessoal diária	Nível da pressão sonora de pico
Valores limite de exposição	$L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$	$L_{Cpico} = 140 \text{ dB(C)}$
Valores de ação superior	$L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$	$L_{Cpico} = 137 \text{ dB(C)}$
Valores de ação inferior	$L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$	$L_{Cpico} = 135 \text{ dB(C)}$

Os valores de ação superior e inferior são os níveis de exposição diária ou semanal ou os níveis da pressão sonora de pico que caso sejam ultrapassados, implicam a tomada de medidas preventivas adequadas à redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores. Quando os valores de ação inferior são excedidos, devem-se tomar as seguintes medidas:

- ✓ Colocar à disposição dos trabalhadores protetores auditivos individuais adequados, sempre que os riscos resultantes da exposição ao ruído não possam ser evitados por outros meios, como a proteção coletiva;

- ✓ Assegurar informação e formação adequada sobre os riscos potenciais derivados da exposição ao ruído, valores limite de exposição e valores de ação, resultados das avaliações e medições de ruído, utilização de protetores auditivos, práticas de trabalho seguro que minimizem a exposição ao ruído, etc..
- ✓ Assegurar a realização de exames audiométricos de dois em dois anos.

Se os valores de ação superior forem atingidos, deve-se:

- ✓ Definir e posteriormente aplicar um programa de medidas técnicas e organizacionais;
- ✓ Proceder a uma nova avaliação de riscos anualmente;
- ✓ Assegurar a utilização pelos trabalhadores de protetores auditivos individuais;
- ✓ Colocar sinalização de segurança e saúde adequada e delimitar o acesso restrito a esses locais de trabalho;
- ✓ Realizar os exames audiométricos e verificar a função auditiva anualmente.

Os limites de exposição nunca devem ser atingidos, no entanto, caso isso aconteça, devem-se tomar as seguintes medidas:

- ✓ Identificar as causas da ultrapassagem dos valores limite;
- ✓ Tomar medidas imediatas que reduzam a exposição dos trabalhadores a estes níveis de ruído, nomeadamente: medidas de proteção organizacionais, modificação de processos, etc.;
- ✓ Corrigir as medidas de proteção e prevenção de modo a evitar a ocorrência de situações similares. (Moreira, 2008)

CAPÍTULO IV – ESTRATÉGIAS DE MEDIÇÃO

1. Ar Ambiente Laboral

Segundo a NP EN 689:2008, quando se suspeita que as exposições estão perto dos VLE, é necessário fazer uma avaliação mais precisa. Para isso é necessário considerar os seguintes aspetos:

- ✓ Seleção dos trabalhadores para medição da exposição ou medir num ponto fixo;
- ✓ Seleção das condições de medição;
- ✓ Padrão da medição.

A seleção dos trabalhadores consiste em subdividir a população exposta em grupos homogéneos em relação à exposição. Quando as medições forem realizadas em pontos fixos, deve-se utilizar como ponto de medição o ponto de maior risco. As amostras devem ser colhidas à altura da exposição e junto ao local dos trabalhadores.

As condições de medição podem ser representativas da área de trabalho ou do caso mais desfavorável. Assim sendo, as primeiras consistem em selecionar as condições de medição de forma aos resultados fornecerem uma imagem representativa da exposição. De forma a se obter uma visão do padrão de exposição, devem-se realizar medições em número suficiente de dias e durante diversas operações específicas. Nas medições do caso mais desfavorável selecionam-se os períodos de amostragem em que ocorrem as maiores exposições.

O padrão de medição depende de diversos fatores, como a frequência e a duração das tarefas dos trabalhadores. Por isso, o padrão tem que ser definido de forma a ser representativo das tarefas indicadas. O ideal seria medir durante 8 horas, mas na realidade isso torna-se inviável uma vez que existem limitações financeiras e limitações do método de amostragem. No entanto, desde que os padrões de concentração não variem significativamente ao longo do dia de trabalho, os tempos de amostragem não necessitam de abranger o tempo total. O tempo não amostrado torna-se uma fragilidade na credibilidade das medições, havendo assim necessidade de estabelecer um número mínimo de amostras. O número de amostras em função da duração de amostragem é o apresentado na Tabela 9:

Tabela 9. Tempo de duração das amostragens e número de amostras

Tempo de duração da amostragem	Número mínimo de amostras
10 Segundos	30
1 Minuto	20
5 Minutos	12
15 Minutos	4
30 Minutos	3
1 Hora	2
≥ 2 Horas	1

Se a exposição for caracterizada por picos, esses têm de ser apreciados de acordo com o VLE-CD, caso seja aplicável.

O procedimento de medição deve fornecer resultados representativos da exposição do trabalhador e deve conter os seguintes fatores:

- ✓ Agentes;
- ✓ Procedimento de amostragem;
- ✓ Procedimento analítico;
- ✓ Localização das amostragens;
- ✓ Duração da amostragem;
- ✓ Duração e intervalo entre as medições;
- ✓ Trabalhos a serem monitorados;

Para se seleccionar um método adequado deve-se ter em conta se o equipamento e os acessórios necessários se podem adquirir no mercado; se não existem limitações ou dificuldades na recolha de amostras; se não são exigidos períodos mínimos de amostragem muito longos; e se o transporte e armazenamento das amostras requer alguma precaução.

Para fazer o armazenamento e o transporte das amostras devem-se cumprir os seguintes requisitos:

- ✓ Selar ou fechar as amostras imediatamente após a sua recolha;
- ✓ Acomodar as amostras em recipientes adequados para o seu transporte;
- ✓ Incluir em cada lote de amostras uma "amostra em branco" (amostra pela qual não se fez passar ar);
- ✓ Evitar que as amostras se alterem devido ao aquecimento excessivo ou à exposição intensa à luz solar;
- ✓ Não armazenar as amostras e enviá-las imediatamente para o laboratório;
- ✓ Conservar as amostras de acordo com as indicações do método analítico e não as manipular enquanto não chegar o momento de serem analisadas.

Depois de se analisarem as amostras, deve-se comparar o valor da exposição ao VLE, nomeadamente quando a exposição está acima do valor limite, devem-se identificar as razões da ultrapassagem e implementar medidas, o mais cedo possível, para remediar a situação. A apreciação deve ser repetida depois de se implementarem as medidas. Quando a exposição está muito abaixo do valor limite, e se as condições e as características das condições de trabalho não variarem ao longo do tempo, não são necessárias medições periódicas. Quando não se verifica nenhuma destas situações, como por exemplo a exposição estar abaixo do valor limite, as medições periódicas são requeridas. Estas medições periódicas pretendem verificar, numa escala a longo prazo, se as medidas de controlo se mantêm eficazes.

Por fim, para elaborar o relatório final, devem-se incluir os seguintes aspetos:

- ✓ Nome das pessoas e instituições que desenvolvem a apreciação e as medições;
- ✓ Nome das substâncias consideradas;
- ✓ Nome e endereço da empresa;
- ✓ Descrição dos fatores do local de trabalho;
- ✓ Objetivo da medição;
- ✓ Equipamentos utilizados e descrição dos mesmos;
- ✓ Procedimento de medição;
- ✓ Programação;
- ✓ Concentração da exposição profissional;
- ✓ Todos os acontecimentos/fatores que possam influenciar significativamente os resultados das medições;

- ✓ Resultado da comparação com o VLE.

2. Ruído Ocupacional

A NP EN ISO 9612 2011 (Instituto Português da Qualidade), relativa à determinação da exposição ao ruído ocupacional, estabelece 5 fases de trabalho, representadas na Tabela 10.

Tabela 10. Determinação da exposição ao ruído no trabalho

Fase 1	Análise do conteúdo de trabalho
Fase 2	Seleção da estratégia de medição
Fase 3	Medições
Fase 4	Tratamento de erros e incertezas
Fase 5	Cálculo e apresentação dos resultados e incerteza

A análise do conteúdo de trabalho deve realizar-se em todas as situações, onde se deve fazer uma descrição das atividades da empresa e das funções dos trabalhadores; definir grupos de exposição similar ao ruído; determinar o dia típico para cada trabalhador; e determinar as tarefas que constituem as funções e os eventos ruidosos significativo.

A segunda fase, de seleção da estratégia de medição a utilizar, pode ser baseada em tarefas, em que o trabalho realizado durante o dia é analisado e dividido em tarefas representativas; em funções (amostragem), que consta em realizar medições de forma aleatória durante a realização de tarefas que constituem a função; e as medições de dia completo que consiste em realizar medições continuamente durante dias de trabalho completos.

As medições consistem essencialmente em avaliar o L_{Aeq} e o L_{Cpico} , e efetuam-se de acordo com a estratégia selecionada. As medições devem realizar-se utilizando um dosímetro ou um sonómetro.

A fase seguinte compreende o tratamento de erros e incertezas, onde se avaliam as fontes passíveis de influenciar os resultados das medições. As principais fontes de incerteza são as seguintes:

- ✓ Variações no trabalho diário, condições de funcionamento;
- ✓ Equipamento de medição e calibração;
- ✓ Posição do microfone;
- ✓ Falsas contribuições, como correntes de ar ou impactos no microfone;
- ✓ Ausência ou deficiente análise do conteúdo de trabalho;
- ✓ Contribuições de fontes de ruído atípicas, nomeadamente comunicação verbal, rádio ou sinais de alarme.

As fontes de incerteza devem ser identificadas durante a análise do conteúdo de trabalho e durante as medições, sendo posteriormente rejeitadas ou corrigidas.

A última fase consiste em calcular o $L_{EX,8h}$, assim como a incerteza de medição associada.

Por fim, para o relatório devem-se incluir os seguintes tópicos:

- ✓ Informações gerais – nome do cliente, identificação dos trabalhadores, objetivo da avaliação, referência à norma internacional e aos métodos utilizados;
- ✓ Análise do conteúdo de trabalho – descrição das atividades ocupacionais, tamanho e composição dos grupos de exposição ao ruído (quando aplicável) e descrição dos dias e das tarefas (quando aplicável);
- ✓ Equipamentos – identificação e classe de exatidão dos equipamentos, configuração do sistema, rastreabilidade das calibrações e documentação;
- ✓ Medições – identificação dos trabalhadores, data e hora das medições, descrição das fontes de ruído, número e duração das medições e os resultados obtidos;
- ✓ Resultados e conclusões – nível de pressão sonora contínuo equivalente e nível de pressão sonora de pico para cada tarefa ou posto de trabalho, e respetivas incertezas.

CAPÍTULO V – PROCEDIMENTOS

1. Ar Ambiente Laboral

Todos os procedimentos descritos, com base nas normas aplicadas, realizam-se de acordo com as instruções de trabalho existentes na empresa. A determinação das partículas inaláveis/respiráveis realiza-se no laboratório da Envienergy. Para isso faz-se a pesagem inicial e final dos filtros. Se a diferença entre as duas massas obtidas for igual ou superior a 2 mg, a amostragem é invalidada. Todas as outras substâncias são analisadas num outro laboratório acreditado subcontratado.

Para realizar as amostragens das fibras de amianto, sílica cristalina e partículas inaláveis/respiráveis; são necessários os seguintes materiais/equipamentos: higrómetro, bombas de aspiração, caudalímetros, e filtros (Figura 6).



Higrómetro

Caudalímetro

Bomba de aspiração

Figura 6. Material utilizado nas amostragens de AAL

A bomba de amostragem utilizada é uma bomba de vácuo, com um caudal de 0-5 L/min. O tipo de filtro a utilizar varia de acordo com a substância a analisar (Figura 7). No caso das amostragens das partículas respiráveis e da sílica cristalina, é necessário utilizar um ciclone com diâmetro de corte adequado para separar as frações respiráveis, com diâmetros inferiores, das restantes.



Fibras de amianto Sílica Cristalina Partículas respiráveis Partículas inaláveis

Figura 7. Filtros utilizados nas diferentes amostragens

Antes de iniciar qualquer procedimento de amostragem que utilize as bombas de aspiração, faz-se a calibração das mesmas, utilizando um caudalímetro (Figura 8). Todos os caudalímetros utilizados na Envienergy são periodicamente calibrados por um laboratório externo acreditado. O processo de calibração é semelhante para todas as substâncias analisadas, e consiste em efetuar 5 leituras antes da amostragem e 5 leituras após a mesma, sendo que o valor do caudal é obtido pela média das 10 leituras realizadas. A diferença entre os valores dos caudais lidos antes e depois tem que ser inferior a 5%, repetindo-se a amostragem caso este critério não se cumpra.



Figura 8. Calibração da bomba de aspiração

A medição dos COVs_{totais}, do monóxido de carbono e do dióxido de carbono é realizada através do Graywolf, um equipamento portátil multifunções (Figura 9).



Figura 9. "Graywolf"

Este equipamento apresenta diversas vantagens, nomeadamente: o facto de permitir analisar quantitativamente as substâncias, de forma direta; de evitar não só as análises laboratoriais, como também os problemas inerentes ao transporte e à conservação das amostras. As desvantagens mais relevantes são o custo elevado dos aparelhos e a necessidade de calibrações frequentes por entidade externa.

As concentrações relativas a estes parâmetros são obtidas diretamente pelo aparelho, em partes por milhão (ppm). No caso dos COVT, posteriormente faz-se a conversão para mg/m^3 , de forma a comparar com os VLE.

Na Tabela 11, apresentada de seguida, estão apresentadas as normas utilizadas para realizar a amostragem das diferentes substâncias, assim como o intervalo dos caudais e dos volumes que devem ser utilizados.

No caso do monóxido e do dióxido de carbono, não existe um valor de caudal e volume associado, pois a medição destes é realizada pelo "Graywolf", que apresenta os valores da concentração de forma direta. No caso da sílica cristalina e das partículas respiráveis, utiliza-se o caudal de 2,5 L/min, uma vez que o ciclone é de alumínio.

Tabela 11. Normas de referência, caudais e volumes

Parâmetros		Normas de Referência	Caudal (L/min)	Volume (L)
Fibras de amianto		NIOSH 7400	0,5 – 16	400 – 3000
Sílica cristalina		NIOSH 7500	Ciclone alumínio: 2,5 Ciclone Nylon: 1,7 Ciclone HD: 2,2	400 – 1000
COVT		EPA 21	0,05 – 0,12	1 – 1,5
Partículas	Inaláveis	NIOSH 0500	1 – 2	7 – 133
	Respiráveis	NIOSH 0600	Ciclone alumínio: 2,5 Ciclone Nylon: 1,7 Ciclone HD: 2,2	20 – 400
Monóxido de carbono		NIOSH 6604:1996	-	-
Dióxido de carbono		NIOSH 6603:1994	-	-

Na Tabela 12 estão representados os caudais e os tempos de amostragem utilizados pela Envienergy na amostragem dos diferentes compostos.

Tabela 12. Caudais e tempos de amostragem

Parâmetros	Caudal (L/min)	Tempo de amostragem
Fibras de amianto	2	4 Horas
Sílica cristalina	2,5	3 Horas
Partículas inaláveis	2	65 Minutos
Partículas respiráveis	2,5	90 Minutos

Após definir o caudal e o volume, a bomba de aspiração encontra-se pronta para iniciar a amostragem. Desta forma, pode colocar-se o equipamento no trabalhador, pondo a entrada de ar o mais próximo possível das vias respiratórias (Figura 10).



Figura 10. Posição do equipamento de amostragem no trabalhador

A amostragem deve ser realizada no trabalhador sempre que for possível, no entanto, em algumas situações, a recolha tem que ser realizada num ponto fixo. Para isso colocam-se as bombas de aspiração num tripé. (Figura 11). Quando isto acontece, o ponto deve ser representativo da tarefa em causa e o meio coletor deve ser colocado a uma altura próxima das vias respiratórias do trabalhador.



Figura 11. Amostragem sem o trabalhador

Deve-se ainda fazer um registo da temperatura, em °C, e da humidade relativa, em %, em cada posto de trabalho. Após a realização da amostragem, os filtros são identificados com o código da empresa e do posto de trabalho e enviados novamente para os laboratórios.

O transporte das amostras para os laboratórios efetua-se em recipientes adequados e segundo procedimentos bem definidos de forma a garantir a integridade dos filtros, com a face exposta à recolha virada para cima, de modo a assegurar que não existem perdas de massa.

2. Ruído Ocupacional

Os métodos utilizados para realizar medições de avaliação da exposição ao ruído durante o trabalho devem ser adaptados às condições existentes, ou seja, às características do ruído a medir, à duração da exposição e aos fatores ambientais. O principal objetivo destas medições é determinar qual o melhor método preventivo a aplicar a cada trabalhador. Isto deve ser considerado nas escolhas do número, duração e momento de realização das medições.

Para realizar as avaliações da exposição ao ruído no trabalho é necessário um sonómetro ou um dosímetro, um microfone e um calibrador (Figura 12).



Dosímetro

Sonómetro

Microfone

Calibrador

Figura 12. Material utilizado na avaliação de ruído ocupacional

Quando os trabalhadores têm diferentes tarefas ao longo do dia, nas quais se encontram expostos a uma grande variedade de níveis de ruído difíceis de caracterizar, deve optar-se pelo método de medição baseada no trabalhador. Nestas situações deve usar-se um dosímetro. Quando os trabalhadores têm uma ou mais tarefas bem definidas ao longo do dia e se encontram expostos a um nível de ruído homogéneo com características bem

definidas opta-se pelo método de medição baseada na tarefa. Neste caso utiliza-se o sonómetro.

Antes de iniciar as medições, faz-se a calibração do sonómetro. Para isso, coloca-se o calibrador no sonómetro e regista-se o valor indicado no ecrã (Figura 13). No final das medições, realiza-se uma nova calibração, e caso o valor final varie em 0,5 dB do valor inicial, considera-se a medição inválida.



Figura 13. Calibração do sonómetro

De seguida, deve-se montar o equipamento adequadamente, colocando o sonómetro no tripé e aplicando o microfone, tal como se observa na Figura 14. Deve-se garantir que o sonómetro está bem colocado, de forma a evitar a sua queda.



Figura 14. Sonómetro

As medições realizam-se em 3 ciclos, com um mínimo de 5 minutos cada. Estas não devem variar mais de 3 dB entre si, sendo necessário repetir a medição caso isso se verifique. As medições devem ser realizadas no posto de trabalho, sempre que possível na ausência do trabalhador, colocando o microfone no local onde ficaria a sua cabeça (Figura 15).



Figura 15. Posição do sonómetro sem o trabalhador

Quando for necessária a presença do trabalhador no posto de trabalho, coloca-se o microfone a uma distância entre 0,1 e 0,3 metros, em frente à orelha mais exposta do trabalhador (Figura 16).



Figura 16. Posição do sonómetro com o trabalhador

Nas situações em que o trabalhador está presente durante a medição, deve-se fazer um intervalo da mesma sempre que este interrompa o seu trabalho ou se ausente do seu posto. Na folha de campo regista-se ainda o valor da temperatura e humidade em cada posto de trabalho, da hora inicial e final de cada medição, e os valores obtidos pelo sonómetro em cada ensaio (L_{Aeq} e L_{Cpico}).

CAPÍTULO VI - TRABALHO REALIZADO

1. Ar Ambiente Laboral

Ao longo do estágio foi possível realizar a preparação dos filtros e posteriormente analisar as concentrações obtidas, no que diz respeito às partículas inaláveis e respiráveis. Todas as pesagens devem ser efetuadas nas mesmas condições de temperatura e humidade, sendo $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $50\% \pm 5\%$, respetivamente.

A pré-amostragem consiste no seguinte:

1. Identifica-se a base da tampa da caixa de petri com um número sequencial;
2. Coloca-se o filtro na base da caixa de petri;
3. Coloca-se no exsicador pelo menos durante 2 horas;
4. Retira-se do exsicador (não deve estar mais de 2 minutos fora do exsicador até ser pesado);
5. Antes de iniciar as pesagens dos filtros, efetua-se uma verificação com 2 padrões de controlo (10 e 20 gramas) e o erro não deverá ser superior a $\pm 0,03 \text{ mg}$;
6. Pesa-se apenas o filtro, manuseando com uma pinça. Passa-se o filtro pelo neutralizador eletrostático e repete-se este passo se o filtro não se libertar facilmente da pinça ou do prato da balança;
7. Fecha-se a caixa de petri e sela-se com “parafilme”;
8. Regista-se a pesagem na folha de cálculo das pesagens, assim como as condições ambientais valores das pesagens dos padrões de controlo e data e hora da amostragem.

Depois de realizar a pré-amostragem, colocam-se os filtros nos porta-filtros apropriados, estando prontos para serem utilizados. A pós-amostragem segue os mesmos procedimentos da pré-amostragem, sendo que o peso final não deve ser superior a 2 mg do peso inicial, repetindo-se a amostragem caso isso aconteça.

A concentração de partículas no volume de ar amostrado é obtida através da seguinte equação:

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1) \cdot 10^3}{V}, \text{mg/m}^3$$

Em que,

W_1 – Peso do filtro antes da amostragem (mg)

W_2 – Peso do filtro depois da amostragem (mg)

B_1 – Peso inicial do branco analítico (mg)

B_2 – Peso final do branco analítico (mg)

V – Volume amostrado (L)

Os brancos analíticos consistem em um ou mais filtros idênticos aos utilizados nas amostras de campo e que são analisados em laboratório para deduzir nas amostras a massa do agente químico que eventualmente possa estar presente. Para além dos brancos analíticos, e apesar de não entrarem nos cálculos, também se fazem brancos de campo. Nos brancos de campo utilizam-se um ou mais filtros, que são transportados, manuseados e analisados, de forma a fazer um controlo da manipulação das amostras permitindo a identificação de possíveis contaminações. Os filtros são abertos e fechados imediatamente sem serem expostos ao ar. De acordo com o método utilizado, deve-se efetuar pelo menos 1 branco de campo por dia de amostragem. Sempre que as condições nos locais de trabalho sejam muito diferentes nos vários postos deve efetuar-se mais do que um branco.

No que diz respeito ao AAL, foi possível realizar diversas amostragens dos diferentes compostos analisados pela Envienergy, de acordo com os procedimentos já descritos. Houve a possibilidade de acompanhar a equipa em 3 saídas de trabalho exterior e em 2 empresas distintas. Nestes trabalhos externos realizados não se encontraram grandes dificuldades, no entanto julga-se que poderia ser complicado realizar as amostragens apenas com as instruções de trabalho. Ou seja, o treino prévio do técnico/operador de campo revela-se da maior importância por garantir a qualidade do serviço prestado, mas acima de tudo dar resposta aos objetivos da medição/serviço solicitado.

Há alguns fatores que devem ser considerados de forma a gerir bem o tempo de trabalho. Por exemplo, deve-se ter em consideração que alguns períodos de amostragem são um pouco extensos (4 horas), sendo que se devem iniciar os trabalhos por esses compostos. Também é de realçar que nem todas as empresas onde se realizaram as amostragens possuíam um espaço para se proceder à montagem do material, o que por vezes dificultava um pouco a tarefa.

Durante o estágio também foi possível dar contributos à empresa, redigindo-se uma instrução de trabalho para as bombas de aspiração utilizadas nas medições, acompanhadas pelo respetivo registo fotográfico. Esta instrução de trabalho realizou-se apenas com os conhecimentos adquiridos nos trabalhos realizados. Desta forma, abordou-se o método de montagem e de calibração do equipamento, o método de amostragem e ainda os erros possíveis de surgir no terreno e como os solucionar.

2. Ruído Ocupacional

Em relação ao ruído ocupacional, foi possível acompanhar e colaborar com a equipa em 4 saídas de trabalho exterior, a 3 locais diferentes. Antes das saídas de campo, foi feita, por parte da empresa, uma descrição do funcionamento de todos os equipamentos utilizados.

No terreno, percebeu-se que os sonómetros são bastante simples de utilizar, sendo apenas necessário fazer o controlo do tempo e o registo dos valores obtidos. Por vezes, os valores dos 3 ensaios obtidos em cada medição diferem mais de 3 dB, sendo por isso necessário repetir as medições, o que atrasa um pouco o trabalho. No entanto, quando se possuía mais do que um sonómetro, era possível realizar medições em simultâneo, em locais diferentes, o que facilitava o trabalho em termos de tempo. Os valores obtidos nas calibrações realizadas antes e após as medições sempre foram concordantes, nunca tendo sido por isso invalidada nenhuma medição.

Os pontos de medição são acordados antes de iniciar os trabalhos, no entanto, por vezes, torna-se necessário alterar alguns pontos aquando da medição, pois as máquinas de trabalho podem não estar em funcionamento por ausência do trabalhador naquele local.

Também foi possível realizar uma instrução de trabalho de um sonómetro, referindo-se o método de calibração e configuração, os métodos de amostragem e de transferência de dados. Para isso, recorreu-se ao manual de utilização do sonómetro da própria marca.

3. Outras

Para além do trabalho realizado na área do ar ambiente laboral e do ruído ocupacional, foi possível igualmente participar e colaborar nas atividades desenvolvidas pelos grupos das áreas das emissões gasosas e da avaliação do ruído ambiente.

No caso das emissões gasosas, o trabalho realizado abrangeu a preparação do material (filtros, frascos de lavagem, material de recolha, etc..) e a posterior análise, envolvendo essencialmente a aplicação da técnica gravimétrica, assim como no processamento de folhas de cálculo.

No que concerne à avaliação do ruído ambiente, houve uma primeira fase de estudo e familiarização com o tema, visto no percurso académico ter sido uma temática abordada superficialmente. Logo que houve oportunidade, acompanhou-se a equipa da Envienergy, numa avaliação de ruído ambiente, a pedido de uma empresa. Deste modo, foi possível observar a aplicação das metodologias e técnicas no terreno, e de regresso à empresa, proceder ao processamento e tratamento de dados colhidos no campo, de acordo com o guia da Agência Portuguesa do Ambiente. Apesar das dificuldades sentidas no acompanhamento deste tema, a experiência das medições de campo, permitiu um avanço significativo na compreensão e aplicação do mesmo.

CAPÍTULO VII – CONCLUSÕES

A segurança e a saúde no trabalho tornaram-se imprescindíveis para assegurar o bem-estar dos trabalhadores e consequentemente para o bom funcionamento de uma empresa. Através da pesquisa realizada, foi possível observar uma diminuição no número de acidentes de trabalho ao longo dos anos. Isto reflete o aumento, por parte das organizações, da adoção de medidas de segurança e saúde no trabalho, quer por imposição legal, quer por implementação voluntária de sistemas de SST. Estas medidas implicam de um modo geral a necessidade de identificar os perigos e avaliar os riscos para a saúde dos trabalhadores, de forma a posteriormente serem mitigados, em conformidade com a legislação.

Neste contexto, a monitorização ocupacional é da maior importância, permitindo avaliar e atuar ao nível do controlo das condições de trabalho e arranjar soluções adequadas para as melhorar. O trabalho da Envienergy vai de encontro às necessidades das empresas, nomeadamente, fornecendo serviços de monitorização ocupacional, onde se incluem as medições de ar ambiente laboral e as avaliações de ruído no local de trabalho.

A experiência vivida na Envienergy permitiu aprofundar algumas das competências adquiridas ao longo do curso, pois abordaram-se diferentes conhecimentos das várias unidades curriculares. A oportunidade de participar nas saídas de campo foi positiva, uma vez que foi realizado trabalho prático, utilizando os diferentes procedimentos e equipamentos.

Durante o estágio foi de igual modo possível dar contributos à empresa, ao realizar as instruções de trabalho das bombas de aspiração ou do sonómetro. Estas instruções são utilizadas pelos colaboradores da empresa nas medições/avaliações realizadas a terceiros. Estas são de extrema importância, uma vez que apresentam os métodos de calibração, configuração e amostragem dos aparelhos, servindo assim de guia para os utilizadores.

Ao longo do estágio conseguiu-se dar resposta a todos os objetivos propostos inicialmente, tendo sido encontradas por vezes algumas dificuldades, nomeadamente na interpretação e aplicação de alguns procedimentos e normas. No entanto, com o auxílio dos colaboradores da empresa, conseguiu-se ultrapassá-las. Isto vem demonstrar a importância de um acompanhamento no trabalho realizado pelos estagiários e pelos trabalhadores que nunca tenham tido contacto prévio com as normas, procedimentos e instruções de trabalho.

Para além do que foi planeado, foi possível colaborar noutras áreas de trabalho da organização, designadamente nas medições de ruído ambiente e no trabalho laboratorial associado às emissões gasosas. Tornou-se, portanto, benéfico para a formação profissional ter contacto com os diferentes serviços prestados pela empresa.

Permitiu ainda alargar o conhecimento acerca das solicitações do mercado de trabalho nas áreas do ambiente e da SST, principalmente os relacionados com a qualidade do ar em condições de trabalho, emissões gasosas e ruído ocupacional e ambiente. A realização do estágio foi extremamente importante na medida em que contribuiu para o crescimento pessoal e profissional do estudante de Engenharia do Ambiente.

CAPÍTULO VIII – BIBLIOGRAFIA

- ACT. (2016). Implementação do REACH - Apoio aos Técnicos de Segurança no Trabalho e Ambiente. ACT, p. 2.
- Agencia para Substancias Toxicas y el Registro de Enfermedades. (2012). Resumen de Salud Pública - Monóxido de carbono.
- Agência Portuguesa do Ambiente, & Laboratório Referência do Ambiente. (2009). *Qualidade do Ar em Espaços Interiores Um Guia Técnico*. (Agência Portuguesa do Ambiente, Ed.) (1ª). Amadora: Acesso disponível através da APA.
- Asociación Española de Toxicología. (2009). Monóxido de Carbono, 20.
- Assembleia da República. Decreto-Lei n.º 348/93, Pub. L. No. 231, Diário da República 1 (1993).
- Assembleia da República. Decreto Regulamentar n.º 6/2001 de 5 de Maio: Ministério do Trabalho e da Solidariedade, Pub. L. No. 104, Diário da República (1993). Portugal.
- Assembleia da República. Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de setembro do Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social, Pub. L. No. 172, Diário da República 6584 (2006). Portugal.
- Assembleia da República. Decreto-Lei nº181/2006 de 6 de Setembro, Pub. L. No. 172, Diário da República (2006). Portugal.
- Assembleia da República. Decreto-Lei n.º 244/2007 de 25 de junho do Ministério da economia e da inovação, Pub. L. No. 120, Diário da República 1 (2007). Portugal.
- Assembleia da República. Decreto-Lei n.º 24/2012 de 6 de fevereiro do Ministério da Economia e do Emprego: Agentes Químicos, Pub. L. No. 26, 580 (2012). Portugal.
- Assembleia de República. Lei nº3/2014 de 28 de janeiro, Pub. L. No. 19, Diário da República 554 (2014). Portugal.
- Associação Empresarial de Portugal. (2004). *Manual de formação da PME - Higiene e Segurança no Trabalho*. (Associação Empresarial de Portugal, Ed.).
- BERGLUND, B., CLAUSEN, G., CEAURRIZ, J. DE, KETTRUP, A., LINDVALL, T., MARONI, M., & PICKERING, A. C. (1997). *Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigation*. Brussels: ECSC - EEC - EAEC. Acesso disponível através de <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.1997.00002.x>
- CaesarStone. (n.d.). Sílica Cristalina Respirável - Guia de Medidas Preventivas, 1–18.
- Coutinho, C. (2015). *Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimento Industrial. Manual de Prevenção em SHT*.
- Diário da República. Portaria n.º 988/93, Diário da República § (1993). Portugal.
- Divisão de Segurança e Medicina do Trabalho - Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu. (2010). Proteção de Tronco e Corpo Inteiro. In *Manual de Especificações Técnicas e Padronização de Equipamentos de Proteção Individual*.

- Fernandes, A. (2016). Seleção de Equipamentos de Proteção Individual (EPI).
- Fiequimetal. (2010a). *Risco de Exposição às Poeiras*.
- Fiequimetal. (2010b). *Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho*. Fiequimetal.
- Hester, R. E. (2007). Volatile Organic Compounds in the Atmosphere. *Issues in Environmental Science and Technology*. Acesso disponível através de <http://dx.doi.org.proxy.pc124152.oulu.fi:8080/10.1021/ja965571z>
- Instituto Português da Qualidade. Norma Portuguesa EN ISO 9612 2011: Acústica Determinação da exposição ao ruído ocupacional (2011).
- Instituto Português da Qualidade. Norma Portuguesa 1796 (2014).
- Levantina - The Natural Stone Company. (2016). INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE SÍLICE CRISTALINA. Acesso disponível através de <http://www.levantina.com/wp-content/uploads/2016/05/Informacion-basica-sobre-silice-cristalina.pdf>
- Melrose, J., Perroy, R., & Careas, S. (2015). Dióxido de Carbono. Acesso disponível através de <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Miguel, A. S. S. R. (2004). *Manual de Higiene e Segurança no Trabalho (7ª)*.
- Moreira, A. M. (2008). Equipamentos de protecção individual, 24. Acesso disponível através de http://www.estt.ipt.pt/download/disciplina/2952__shst_5.pdf
- Organização Internacional do Trabalho. (2009a). *Introdução à saúde e segurança no trabalho*. Acesso disponível através de <https://doi.org/978-972-704-357-6>
- Organização Internacional do Trabalho. (2009b). *Ruído no Trabalho*. Acesso disponível através de https://osha.europa.eu/pt/topics/noise/index_html/#_ednref1
- Resolução do Conselho de Ministros. (2015). *Estratégia Nacional para a Segurança e Saúde no Trabalho*.
- Saúde, D. G. de. (2005). Amianto. *Direção Geral de Saúde*, 4. Acesso disponível através de <https://www.dgs.pt/paginas-de-sistema/saude-de-a-a-z/amianto.aspx>
- Sedlakova, A. (2002). O impacto do ruído no trabalho. *Agencia Europeia Para a Segurança E a Saúde No Trabalho*.